

3. 1. 2 北関東地殻構造探査（北関東測線 2006, 大宮-野田測線 2006）

(1) 業務の内容

(a) 業務題目：北関東地殻構造探査（北関東測線 2006, 大宮-野田測線 2006）

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名	メールアドレス
東京大学地震研究所	教授	佐藤 比呂志	satow@eri.u-tokyo.ac.jp
東京大学地震研究所	教授	平田 直	hirata@eri.u-tokyo.ac.jp
東京大学地震研究所	教授	岩崎 貴哉	iwasaki@eri.u-tokyo.ac.jp
東京大学地震研究所	教授	瀧瀨 一起	koketsu@eri.u-tokyo.ac.jp
京都大学防災研究所	教授	伊藤 潔	ito@rcep.dpri.kyoto-u.ac.jp
千葉大学理学部	教授	伊藤 谷生	tito@earth.s.chiba-u.ac.jp
独立行政法人防災科学技術研究所	主任研究員	笠原 敬司	kasa@geo.bosai.go.jp
東京大学地震研究所	産学官連携研究員	加藤 直子	naoko@eri.u-tokyo.ac.jp

(c) 業務の目的

大都市圏において大規模な地震に伴って発生する強震動を高い精度で予測するためには、少なくとも震源断層の形態や特性、強震動伝搬経路の弾性波速度構造などが解明される必要がある。本業務では大都市圏に被害を与える震源断層の形態や特性、強震動伝搬経路の弾性波速度構造などについて制御震源を用いて明らかにすることを目的とする。

(d) 5カ年の年次実施計画：制御震源による地殻構造探査の年次計画について、3.1.1 参照。

(e) 平成 17 年度業務目的

首都圏を構成する関東平野には、層厚 3km を越える厚い新第三系が分布している。こうした堆積平野の地下構造、とくに堆積層の速度構造と堆積盆地の基盤の形状は、強震動予測にとって重要である。また、平野部に伏在する活断層の深部形状を明らかにすることは、内陸直下型の地震に伴う強震動予測の高度化に資する。こうした背景から、北関東における北西-西北西方向の主要な地質構造に直交した測線で、地下構造探査を行い、堆積層の速度構造・堆積盆地の形状・活断層の深部形状を明らかにすることを目的とした。

(2) 平成 17 年度の成果

(a) 業務の要約

北関東において主要な活断層である北西-南東方向にのびる立川断層・綾瀬川断層・元荒川構造線などを横切って、東京都あきる野市から、青梅市・桶川市・久喜市・幸手市を経て利根川に至る約 91km の区間と埼玉県さいたま市より越谷市を経て千葉県野田市に至る測線長 21km の区間で、反射法・屈折法地震探査を実施した。4 台のバイプロサイスによる稠密な発震と、長大展開による屈折法によって、厚さ 3km におよぶ新第三紀の堆積層の P 波速度構造や、堆積盆地の基盤の形状が明らかになった。また、新しい堆積層の変形によって、立川断層・綾瀬川断層・元荒川構造線の深部延長が反射法地震探査断面において認識され、これらの断層の地下形状が明らかになった。この他、平野下に伏在する地質時代（初期中新世）に活動した断層もイメージングされた。

(b) 業務の成果

1) 調査地域

本業務では、東京都あきる野市武蔵五日市を起点として、青梅市を経て入間川北側沿いに荒川に至り、荒川以東は、桶川市、久喜市及び幸手市を経て利根川に達する約91kmの区間と埼玉県さいたま市より越谷市を経て千葉県野田市に至る測線長21kmの区間が調査測線として設定された。これらの測線をそれぞれ「北関東測線」、「大宮-野田測線」とする。「大宮-野田測線」は関東平野の層序区分及び先新第三系基盤面深度と形状を明らかにするために、(独)防災科学技術研究所の岩槻地殻活動観測井及び松伏SK-1井近傍を通る区間に設定された。図1に国土地理院の20万分の1地勢図に測線を重ねて示した調査測線概略図を示す。図2には、受振点および発震点位置を地質調査所20万分の1地質図に加筆して表示した。図中には、広域ブーゲー重力異常図(仮定密度 $2.0\text{g}/\text{cm}^3$)上に同様の表示を行った図面が示されている。

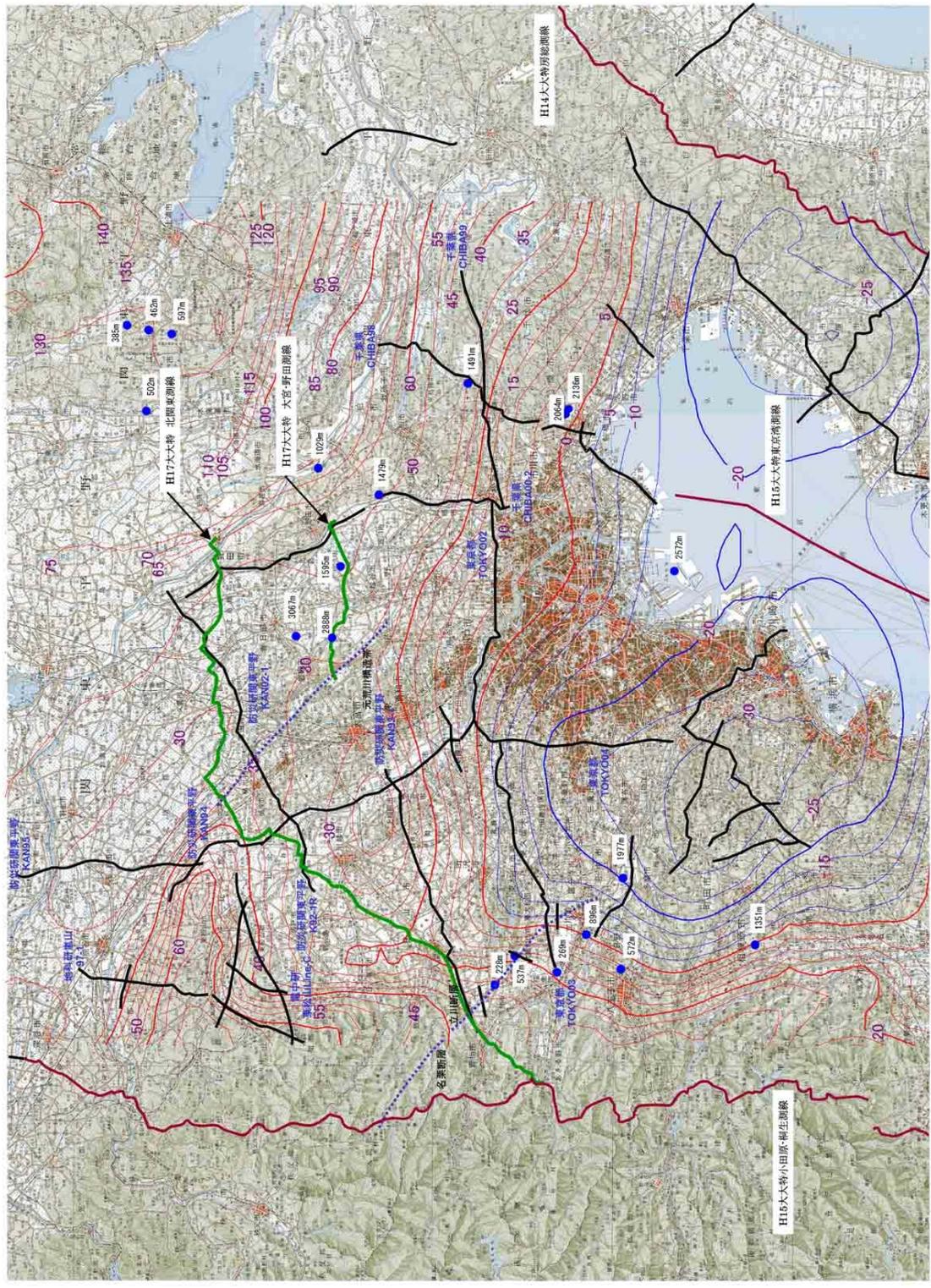


図1 調査測線および周辺の既存深部地震探査測線、坑井位置
 (国土地理院 1:200,000 地形図に加筆、ブーゲ異常は杉山ほか (1997) ¹による)



図2 受振点および発震点位置
 (地質調査所 1:200,000 地質図^{2,3)}に加筆)

2) データ取得作業

a) 調査測線

図3には、受振点および発震点位置を国土地理院の20万分の1地勢図に加筆して表示した。測線は、「北関東測線」(約91km)と「大宮-野田測線」(約21km)で構成される。

受振点番号としては、有線テレメトリーシステムG-DAPS4展開区間の起点番号を、'1'とした。また、北関東測線の独立型受振システムMS-2000D展開区間の番号を、10000~30000台で表した。さらに発震点番号は原則として近接する受振点番号と同一番号とし、発震測線が受振測線に対してオフセットを持つ場合には、発震点位置を受振測線に対して投影した場合の受振測線上の番号+40000、+50000、+60000(北関東測線)、+1000(大宮-野田測線)を発震点番号として与えた。

i) 北関東測線

北関東測線は、東京都あきる野市を起点とし、日の出町、青梅市、埼玉県入間市、狭山市、川越市、川島町、桶川市、北本市、鴻巣市、菖蒲町、白岡町、久喜市、宮代町、杉戸町、幸手市、春日部市、千葉県野田市を経て茨城県坂東市に至る1都3県19市町村を通る測線である。測線の西半分は南西-北東の走向、測線の東側は東西走向である。測線長は約91km、測線の両端距離は73kmである。

地形的には、西から、関東山地、多摩川低地、武蔵野台地、荒川低地、大宮台地、中川低地に区分される。測線上の最大標高は、関東山地(県道あきるの線)の約320mであり、平野部では顕著な標高変化はない。

ii) 大宮-野田測線

大宮-野田測線は、埼玉県さいたま市見沼区を起点とし、岩槻区、川越市、吉川市を経て、千葉県野田市に至る2県4市を通るほぼ東西走向の測線である。測線長は約21km、測線の両端距離は約17kmである。地形的には、元荒川、古利根川に沿った低地であり、標高変化はほとんどない。測線上の最大標高は、測線東部(RP48)の約14mである。

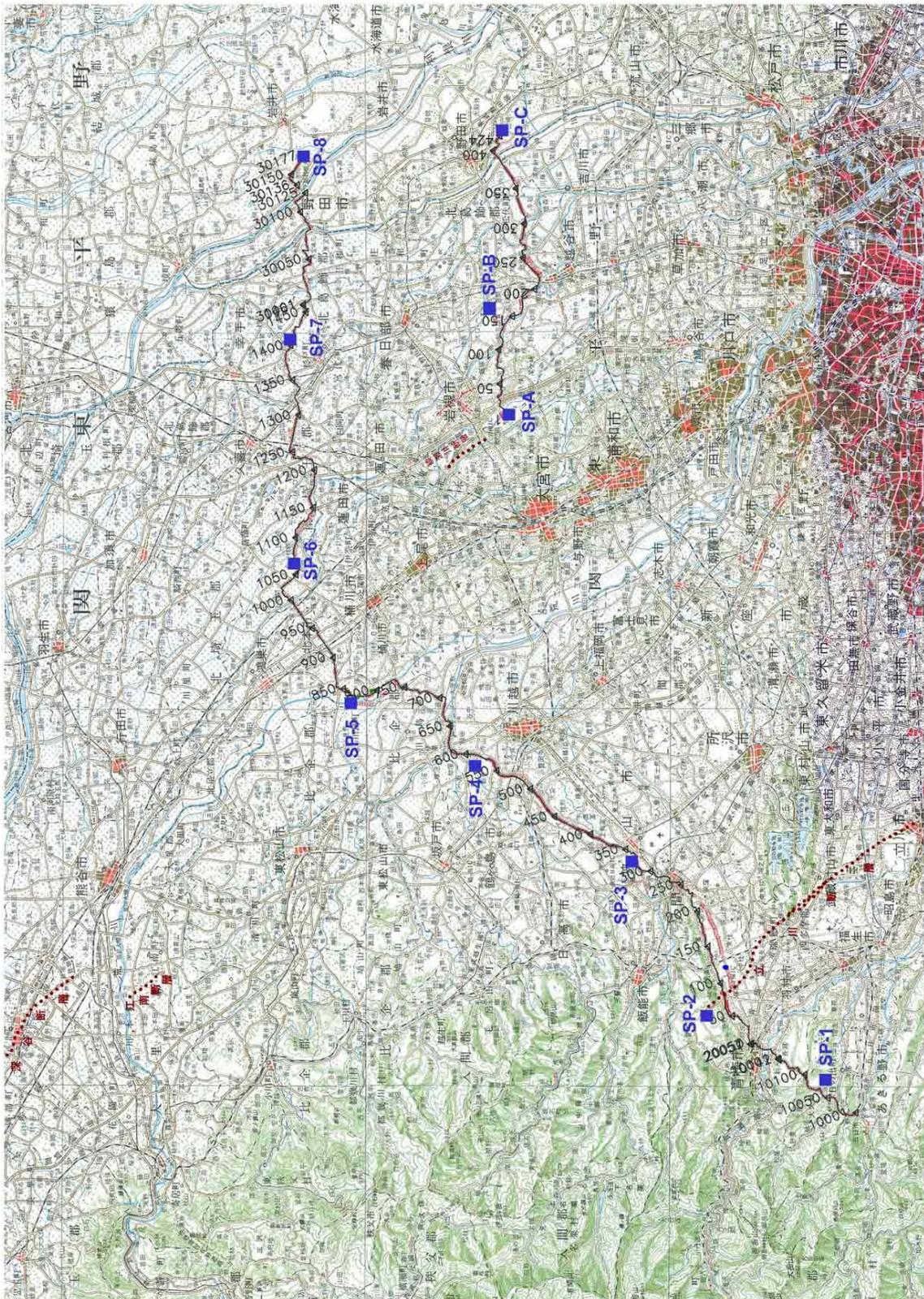


図3 受振点および発振点位置

(国土地理院 1:200,000 地形図に加筆、図中の番号は受振点番号)

b) 調査概要

本調査では、屈折法、広角反射法及び地域別の反射法データ取得が平成18年1月7日から同年2月12日の期間に実施された。調査内容は、時間順に以下のフェイズに区分される。

Phase-1…反射法 Vibrator 大宮-野田測線(測線長 21km)…測線西部の大宮側からバイプロサイスをを用いた共通中間点重合法によるデータ取得を行った。

Phase-2…屈折法 Vibrator 大宮-野田測線(測線長 21km)…測線両端と中間の計3点で、バイプロサイスによる集中発震を行い、屈折法地震探査データを収録した。

Phase-3…反射法 Vibrator 北関東測線(測線長 91km)…測線東部からバイプロサイスを震源とした共通中間点重合法によるデータ取得を行った。また、先新第三系基盤面からの反射波群を確実に捕捉することを目的として、スイープ数を40回程度まで増加させた高エネルギー発震を測線全域にわたってほぼ1.0km間隔で実施した。

Phase-4…屈折法 Vibrator 北関東測線(測線長 91km)…屈折法による関東平野の速度構造の把握と広角反射法による地殻中部の地震発生層(深度10~15km)に至る深部構造の抽出を目的として計8点で、バイプロサイスによる集中発震を行い、データを収録した。

c) データ取得内容

本調査は、市街地での調査のため地元市町の関係先への説明、地域住民への周知徹底のためのチラシ配布等の調査前準備が調査測線近傍全区間にわたってなされ、また、発震作業時にもできる限り各戸訪問説明等を行った。その結果、多くの方々は調査の趣旨を理解し興味を示して比較的協力的であった。

受振測線は、デジタルテレメトリ型探鉱器(G-DAPS 測線)および独立型レコーダ(MS-2000)の2系統で構成した。

P波反射法の測線では都市部であるため道路は舗装されており、受振器は極力植込みや道路横の露出地面に設置した。また、交差点・商店出入口等で歩行の邪魔となる場所では、受振器を固めて隣接して設置する「バンチング」を併用した。バンチングの地点を含めて、1受振点につき3個組の受振器グループを用いた。

調査測線と交差する道路が多数あり、特に交通量の多い幹線道路での本線ケーブルの道路横断には、信号柱および電柱を用いて高架渡しを行った。この他の交差点では、ケーブルをゴム製のカバーで覆って道路面を横断した。

発震作業に当たっては、発震点毎の振動の様子と地盤の状況を確認しながら、スイープ数・出力レベル・バイプロサイス車の台数の調整等を行った。

原則として2-4台稼働、15回スタック/点を基準としたが、各発震点の状況に応じて対処した。バイブレータ発震出力についても状況に応じ、最大出力の20~90%に変えて行った。また、現地状況の許す限りスタック回数およびバイブレータ発震出力を上げ記録質向上に努めた。屈折法調査はノイズレベルの低い時間帯である夜間作業とし、記録の向上をはかった。バイプロサイス反射法発震作業は、測線近傍の人家の状況・ノイズレベルを考慮して昼間あるいは準夜間作業とした。

反射法データ取得作業の結果、次のものが得られた。

現地調査の作業状況については、図4、図5に現場写真を示した。



図 4a. バイブロサイスの夜間発震の状況 (北関東測線: SP-1)。



図 4b. バイブロサイスの発震状況 (北関東測線: VP1155)



図 5a 青梅市における受振器設置状況



図 5b ミニパイプによる発震状況（人家からの距離により大型パイプロサイズが発震困難な箇所では、ミニパイプによる発震を行った。）

3) 調査仕様

表1 データ取得仕様一覧

北関東測線

項目	反射法地震探査		屈折法地震探査
<発震系>	標準発振	高エネルギー発振	
・震源	パイロサイズ1~4台、ミニパイプ	パイロサイズ2~4台	パイロサイズ 4台
・スイープ周波数	8-40 Hz	8-40 Hz	6-30 Hz
・スイープ数/発震点	標準5~20回	標準32回	150-300
・スイープ長	20秒	20秒	20秒
・発震点間隔	標準 150 m	約1km	約10km
・総発震点数	480	77	8
<受振系>			
・受振器	10Hz ジョフォン		10Hz ジョフォン
・受振器個数/受振点	3 個/9 個		3 個/9 個
・受振点間隔	50 m		50 m
・総受振点数	1826		1826
・受振器総展開長	91.25 km		91.25 km
<記録系>			
・探鉱機	GDAPS-4A (デジタルレコーダ)、MS2000D (独立型)		GDAPS-4A (デジタルレコーダ)、MS2000D (独立型)
・サンプル間隔	4 msec		4 msec
・記録長	8 sec		16 sec
・チャンネル数	標準321 チャンネル		1826(最大)
・展開	中点発振		固定展開

大宮ー野田測線

項目	反射法地震探査		屈折法地震探査
<発震系>	標準発振	高エネルギー発振	
・震源	パイロサイズ1~4台、ミニパイプ	パイロサイズ2~4台	パイロサイズ 4台
・スイープ周波数	8-40 Hz	8-40 Hz	6-30 Hz
・スイープ数/発震点	標準5~20回	標準40回	50-300
・スイープ長	20秒	20秒	20秒
・発震点間隔	標準 150 m	約1km	約10km
・総発震点数	114	21	3
<受振系>			
・受振器	10Hz ジョフォン		10Hz ジョフォン
・受振器個数/受振点	3 個/9 個		3 個/9 個
・受振点間隔	50 m		50 m
・総受振点数	424		424
・受振器総展開長	21.15km		21.15km
<記録系>			
・探鉱機	GDAPS-4A (デジタルレコーダ)、MS2000D (独立型)		GDAPS-4A (デジタルレコーダ)、MS2000D (独立型)
・サンプル間隔	4 msec		4 msec
・記録長	8 sec		16 sec
・チャンネル数	標準300 チャンネル		424(最大)
・展開	中点発振		固定展開